

日 本 国 特 許 庁
JAPAN PATENT OFFICE

22.10.03

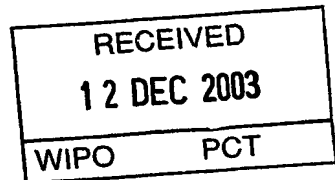
別紙添付の書類に記載されている事項は下記の出願書類に記載されている事項と同一であることを証明する。

This is to certify that the annexed is a true copy of the following application as filed with this Office.

出 願 年 月 日
Date of Application: 2 0 0 3 年 2 月 2 7 日

出 願 番 号
Application Number: 特 願 2 0 0 3 - 0 5 1 2 4 3
[ST. 10/C]: [J P 2 0 0 3 - 0 5 1 2 4 3]

出 願 人
Applicant(s): 株式会社日立国際電気

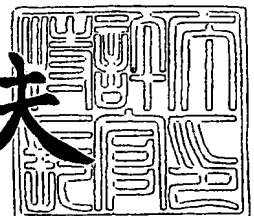


PRIORITY DOCUMENT
SUBMITTED OR TRANSMITTED IN
COMPLIANCE WITH
RULE 17.1(a) OR (b)

2 0 0 3 年 1 1 月 2 8 日

特許庁長官
Commissioner,
Japan Patent Office

今 井 康 夫



【書類名】 特許願

【整理番号】 20210330

【提出日】 平成15年 2月27日

【あて先】 特許庁長官殿

【国際特許分類】 H01L 21/22

【発明者】

【住所又は居所】 東京都中野区東中野三丁目 1 4 番 2 0 号 株式会社日立
国際電気内

【氏名】 中村 直人

【発明者】

【住所又は居所】 東京都中野区東中野三丁目 1 4 番 2 0 号 株式会社日立
国際電気内

【氏名】 中村 巖

【発明者】

【住所又は居所】 東京都中野区東中野三丁目 1 4 番 2 0 号 株式会社日立
国際電気内

【氏名】 島田 智晴

【発明者】

【住所又は居所】 東京都中野区東中野三丁目 1 4 番 2 0 号 株式会社日立
国際電気内

【氏名】 石黒 謙一

【発明者】

【住所又は居所】 東京都中野区東中野三丁目 1 4 番 2 0 号 株式会社日立
国際電気内

【氏名】 中嶋 定夫

【特許出願人】

【識別番号】 000001122

【氏名又は名称】 株式会社日立国際電気

【代理人】

【識別番号】 110000039
【氏名又は名称】 特許業務法人 アイ・ピー・エス
【代表者】 早川 明
【電話番号】 045-228-0131

【手数料の表示】

【予納台帳番号】 132839
【納付金額】 21,000円

【提出物件の目録】

【物件名】 明細書 1
【物件名】 図面 1
【物件名】 要約書 1
【包括委任状番号】 0204827

【ブルーフの要否】 要

【書類名】 明細書

【発明の名称】 熱処理装置及び基板の製造方法

【特許請求の範囲】

【請求項 1】 基板を基板支持体に支持した状態で熱処理する熱処理装置において、前記基板支持体は、本体部と、この本体部に設けられ、前記基板と接触する支持部とを有し、この支持部は、シリコン製であると共に、該支持部の基板載置面に炭化珪素及び窒化珪素から選ばれた少なくとも一種の材料からなる膜がコーティングされていることを特徴とする熱処理装置。

【請求項 2】 基板を基板支持体に支持した状態で熱処理する熱処理装置において、前記基板支持体は、本体部と、この本体部に設けられ、前記基板と接触する支持部とを有し、この支持部は、シリコン製であると共に、該支持部の基板載置面に複数の異なる膜が積層され、該複数の膜のうち最表面の膜の硬度が熱処理温度において最も小さいか、又は最表面の膜が非晶質であることを特徴とする熱処理装置。

【請求項 3】 処理室内に基板を搬入する工程と、シリコン製であると共に基板載置面に炭化珪素及び窒化珪素から選ばれた少なくとも一種の材料からなる膜がコーティングされた支持部により前記基板を支持する工程と、前記処理室内で前記基板を前記支持部により支持した状態で熱処理する工程と、前記基板を前記処理室より搬出する工程と、を有することを特徴とする基板の製造方法。

【発明の詳細な説明】

【0001】

【発明の属する技術分野】

本発明は、半導体ウェハやガラス基板等を熱処理するための熱処理装置及び基板の製造方法に関する。

【0002】

【従来の技術】

基板を熱処理する場合、基板を基板支持体に支持した状態で行う。

この種の基板支持体の一つとして、Si-SiC等のボート基材に、基材中からの不純物汚染を防止するため、CVD-SiC被膜を形成することが知られて

いる（特許文献1参照）。この公知例によれば、CVD-SiC被膜の厚さは、 $30\mu\text{m}$ ～ $100\mu\text{m}$ である。即ち、被膜の厚さが $30\mu\text{m}$ より小さいと、ボート基材から不純物が被膜表面に拡散して、被膜が不純物の拡散を防止するというCVD被膜の目的を達成できず、被膜の厚さが $100\mu\text{m}$ を超えると、ボート基材のエッジ部にCVDが集中して堆積する肉盛り状態になり、この状態でボート（基板支持体）を使用すると、バリが形成されてパーティクル汚染の原因になるとしている。

【0003】また、他の従来例として、Si含浸焼結SiC材、黒鉛などの基材に対してCVD法によりSiC膜を形成し、耐熱性、耐衝撃性、耐酸化性、耐食性を改善したものが知られている（特許文献2参照）。この公知例によれば、SiC膜の厚さは、 $20\mu\text{m}$ ～ $200\mu\text{m}$ が好ましく、 $20\mu\text{m}$ 未満では、SiC膜自体が消耗を受けるため寿命が短くなるおそれがあり、 $200\mu\text{m}$ を超えると、SiC膜が剥離し易くなるとしている。

【0004】また、さらに他の従来例として、SiC製の治具（ボート等）の表面にCVD-SiCコーティングを施し、その表面に SiO_2 膜を形成したものが知られている（特許文献3参照）。この公知例によれば、SiCコーティングは、基材表面の均一性を確保するために行い、SiC膜の厚さは、 $100\mu\text{m}$ とすることが実施例として示されている。また、 SiO_2 膜は、 ClF_3 によるドライクリーニング時に基材の減肉を防止するために形成し、その厚さは 100\AA ～ $100\mu\text{m}$ が望ましいとしている。

【0005】また、さらに他の従来例として、Si-SiC製の支持体の表面にCVD-SiCを $100\mu\text{m}$ 程度被膜することが知られている（特許文献4参照）。

【0006】

【特許文献1】特開2000-164522号公報

【特許文献2】特開2002-274983号公報

【特許文献3】特開平10-242254号公報

【特許文献4】特開平10-321543号公報

【0007】

【発明が解決しようとする課題】

本願の発明者らは、先に特願 2002-282231 号として、基板支持体の支持部を基板の厚さよりも厚いシリコン製の板状部材から構成し、基板の熱処理によって基板に発生するスリップを低減することを提案した。この出願において、支持部の基板載置面に SiC 等によってコーティングし、処理後に基板と支持部とが接着するのを防止することも開示している。

しかしながら、本願の発明者らが実験した結果、支持部の基板載置面にコーティングする材料や膜の厚さによっては、その膜の熱膨張率等のためにスリップが発生することがあることを発見した。

【0008】そこで、本発明は、熱処理中に発生する基板のスリップ発生を少なくし、高品質な半導体装置や基板を製造することができる熱処理装置及び基板の製造方法を提供することを目的としている。

【0009】**【課題を解決するための手段及び作用】**

上記課題を解決するため、本発明の第 1 の特徴とするところは、基板を基板支持体に支持した状態で熱処理する熱処理装置において、前記基板支持体は、本体部と、この本体部に設けられ、前記基板と接触する支持部とを有し、この支持部は、シリコン製であると共に、該支持部の基板載置面に炭化珪素 (SiC) 及び窒化珪素 (SiN) から選ばれた少なくとも一種の材料からなる膜がコーティングされている熱処理装置にある。このコーティング膜は、少なくとも一層、即ち、一層であってもよいし、複数の膜を積層してもよい。

【0010】炭化珪素製の膜をコーティングする場合、膜の厚さは、0.1 μm ~ 50 μm とすることが好ましい。炭化珪素製の膜を厚くすると、シリコンと炭化珪素との熱膨張率の差により、シリコン製の支持部が炭化珪素製の膜に引っ張られて支持部全体の変形量が大きくなり、この大きな変形によって基板にスリップが発生するおそれがある。これに対して炭化珪素製の膜を上記のような厚さとする、シリコン製の支持部が炭化珪素製の膜に引っ張られる量が少なくなり、支持部全体の変形量も少なくなる。即ち、炭化珪素製の膜を薄くすると支持部と膜との熱膨張率の差による応力が低減し、支持部全体の変形量が少なくなり

、支持部全体の熱膨張率も本来のシリコンの熱膨張率（基板がシリコンの場合は略同等の熱膨張率）に近づき、スリップの発生を防止できるものである。

【0011】炭化珪素製の膜の厚さを $0.1\mu\text{m}$ 未満とすると、炭化珪素膜が薄過ぎて消耗し、シリコン製の支持部に炭化珪素を再コーティングする必要性が生じ、同一の支持部を繰り返し使用することができなくなる。この膜の厚さを $0.1\mu\text{m}$ 以上とすれば、炭化珪素膜をシリコン製の支持部に頻繁に再コーティングする必要性がなくなり、同一の支持部を繰り返し使用することができる。尚、炭化珪素製の膜の厚さを $1\mu\text{m}$ 以上とすれば、更に膜が消耗しなくなり、同一の支持部を繰り返し使用できる回数が一層増えるので好ましい。

【0012】炭化珪素製の膜の厚さを $50\mu\text{m}$ を超えるようにすると、炭化珪素製の膜自体が割れやすくなり、この割れが原因で基板にスリップも発生しやすくなる。この膜の厚さを $50\mu\text{m}$ 以下とすれば、膜の割れが生じにくくなり、上述したようにシリコン製の支持部と炭化珪素製の膜との熱膨張率の差による応力も低減することから、支持部全体の変形が少なくなり、基板のスリップ発生を防止することができる。炭化珪素製の膜の厚さを $15\mu\text{m}$ 以下とすると基板のスリップが殆ど発生しなくなる。さらに炭化珪素製の膜の厚さを $0.1\mu\text{m}\sim 3\mu\text{m}$ とすると基板のスリップは発生しなくなる。よって、炭化珪素製の膜の厚さは、 $0.1\mu\text{m}\sim 50\mu\text{m}$ とするのがよく、より好ましくは $0.1\mu\text{m}\sim 15\mu\text{m}$ がよく、さらに好ましくは $0.1\mu\text{m}\sim 3\mu\text{m}$ がよい。

【0013】シリコン製の支持部と炭化珪素製の膜との厚さを両者の割合で示すと、炭化珪素製の膜の厚さがシリコン製の支持部の厚さの $0.0025\%\sim 1.25\%$ とするのがよく、より好ましくは $0.0025\%\sim 0.38\%$ がよく、さらに好ましくは $0.0025\%\sim 0.25\%$ がよい。

【0014】なお、シリコン製の支持部の厚さは、基板の厚さよりも厚いことが好ましく、 $3\text{mm}\sim 10\text{mm}$ とすることが好ましい。

【0015】シリコン製の支持部にコーティングする膜は、炭化珪素以外に窒化珪素を用いることができる。窒化珪素製の膜とした場合は、この膜の厚さは $0.1\mu\text{m}\sim 30\mu\text{m}$ とすることがよく、より好ましくは $0.1\mu\text{m}\sim 5\mu\text{m}$ である。

【0016】本発明の第2の特徴とするところは、基板を基板支持体に支持した状態で熱処理する熱処理装置において、前記基板支持体は、本体部と、この本体部に設けられ、前記基板と接触する支持部とを有し、この支持部は、シリコン製であると共に、該支持部の基板載置面に複数の異なる膜が積層され、該複数の膜のうち最表面の膜の硬度が熱処理温度において最も小さいか、又は最表面の膜が非晶質である熱処理装置にある。

【0017】ここで、積層される複数の膜のうち少なくとも一つの膜は、炭化珪素 (SiC)、窒化珪素 (SiN)、多結晶シリコン (Poly-Si)、酸化珪素 (SiO₂)、ガラス状炭素、微結晶ダイヤモンドから選ばれた材料からなることが好ましい。このように耐熱性が優れた材料をシリコン製の支持部に積層することにより、基板と支持部との接着を防止することができる。

【0018】また、複数の膜のうち最表面 (基板と接触する面) は、酸化珪素 (SiO₂) 等のように熱処理時において他の膜より硬度の小さい材料からなることが好ましい。このように最表面を熱処理時において他の膜よりも硬度が小さい材料とすることにより、高温熱処理時に基板と支持部との接触点で応力が発生した場合に応力を開放し易くなるので、基板に傷を与えにくくなり、スリップが発生しにくくなる。特に最表面の膜を、熱処理時において基板 (Si) より硬度が小さい SiO₂ とした場合、熱処理時においては、高度の小さい方の SiO₂ が壊れて応力を開放するので、硬度の大きい方の基板に傷を発生させず、スリップを発生させることがない。即ち、最表面を、熱処理時において他の膜より硬度が小さく、且つ基板よりも硬度が小さい材料とすることが更に好ましい。

また、最表面の SiO₂ は非晶質 (アモルファス) であることが好ましい。基板と支持部とは高温になれば、それらの接触点で融着するが、そのとき支持部の基板との接触点が結晶である場合、結晶部分は粘性流動しないので、熱膨張の差による応力を開放できず、最終的には基板と支持部とのどちらかにスリップが発生する。これに対して支持部の基板との接触点が非晶質である場合、その非晶質部分は粘性流動 (粘性変形) するので、基板と支持部とが融着しても、接触点で発生した応力を開放することが可能となり、基板に傷を発生させず、スリップ発生を防止することができる。

【0019】積層する膜を2層とした場合、そのうちの一つを炭化珪素とし、最表面の膜を酸化珪素とすることが好ましい。

【0020】基板支持体の本体部は、炭化珪素 (SiC) から構成することができる。また、基板支持体は、1つの基板を支持する枚葉式のものであってもよいが、複数の基板を略水平状態で隙間をもって複数段に支持するよう構成することもできる。

【0021】また、熱処理装置としては、基板を1000°C以上、さらには1350°C以上の高温で処理するものに適用できる。

【0022】本発明の第3の特徴とするところは、処理室内に基板を搬入する工程と、シリコン製であると共に基板載置面に炭化珪素 (SiC) 及び窒化珪素 (SiN) から選ばれた少なくとも一種の材料からなる膜がコーティングされた支持部により前記基板を支持する工程と、前記処理室内で前記基板を前記支持部により支持した状態で熱処理する工程と、前記基板を前記処理室より搬出する工程と、を有する基板の製造方法にある。

【0023】また、本発明は、上記基板の製造方法と同様な工程を有する半導体装置の製造方法や基板処理方法にも適用できるものである。

【0024】上述したように、本発明は、基板と同等の硬度や熱膨張率等を持つシリコン製の支持部に炭化珪素等の接着防止膜をコーティングしたものであり、支持部が炭化珪素質を主体とし、その上に炭化珪素等をコーティングする前述した4つの従来例とは、目的、構成及び作用効果を全く異にするものである。

【0025】

【発明の実施の形態】

次に本発明の実施形態を図面に基づいて説明する。

図1には、本発明の実施形態に係る熱処理装置10が示されている。この熱処理装置10は、例えば縦型であり、主要部が配置された筐体12を有する。この筐体12には、ポッドステージ14が接続されており、このポッドステージ14にポッド16が搬送される。ポッド16は、例えば25枚の基板が収納され、図示しない蓋が閉じられた状態でポッドステージ14にセットされる。

【0026】筐体12内において、ポッドステージ14に対向する位置には

、ポッド搬送装置 18 が配置されている。また、このポッド搬送装置 18 の近傍には、ポッド棚 20、ポッドオープナ 22 及び基板枚数検知器 24 が配置されている。ポッド搬送装置 18 は、ポッドステージ 14 とポッド棚 20 とポッドオープナ 22 との間でポッド 16 を搬送する。ポッドオープナ 22 は、ポッド 16 の蓋を開けるものであり、この蓋が開けられたポッド 16 内の基板枚数が基板枚数検知器 24 により検知される。

【0027】さらに、筐体 12 内には、基板移載機 26、ノッチアライナ 28 及び基板支持体 30（ボート）が配置されている。基板移載機 26 は、例えば 5 枚の基板を取り出すことができるアーム 32 を有し、このアーム 32 を動かすことにより、ポッドオープナ 22 の位置に置かれたポッド、ノッチアライナ 28 及び基板支持体 30 間で基板を搬送する。ノッチアライナ 28 は、基板に形成されたノッチまたはオリフラを検出して基板のノッチまたはオリフラを一定の位置に揃えるものである。

【0028】図 2 において、反応炉 40 が示されている。この反応炉 40 は、反応管 42 を有し、この反応管 42 内に基板支持体 30 が挿入される。反応管 42 の下方は、基板支持体 30 を挿入するために開放され、この開放部分はシールキャップ 44 により密閉されるようにしてある。また、反応管 42 の周囲は、均熱管 46 により覆われ、さらに均熱管 46 の周囲にヒータ 48 が配置されている。熱電対 50 は、反応管 42 と均熱管 46 との間に配置され、反応炉 40 内の温度をモニタできるようにしてある。そして、反応管 42 には、処理ガスを導入する導入管 52 と、処理ガスを排気する排気管 54 とが接続されている。

【0029】次に上述したように構成された熱処理装置 10 の作用について説明する。

まず、ポッドステージ 14 に複数枚の基板を収容したポッド 16 がセットされると、ポッド搬送装置 18 によりポッド 16 をポッドステージ 14 からポッド棚 20 へ搬送し、このポッド棚 20 にストックする。次に、ポッド搬送装置 18 により、このポッド棚 20 にストックされたポッド 16 をポッドオープナ 22 に搬送してセットし、このポッドオープナ 22 によりポッド 16 の蓋を開き、基板枚数検知器 24 によりポッド 16 に収容されている基板の枚数を検知する。

【0030】次に、基板移載機26により、ポッドオープナ22の位置にあるポッド16から基板を取り出し、ノッチアライナ28に移載する。このノッチアライナ28においては、基板を回転させながら、ノッチを検出し、検出した情報に基づいて複数枚の基板のノッチを同じ位置に整列させる。次に、基板移載機26により、ノッチアライナ28から基板を取り出し、基板支持体30に移載する。

【0031】このようにして、1バッチ分の基板を基板支持体30に移載すると、例えば600°C程度の温度に設定された反応炉40内に複数枚の基板を装填した基板支持体30を装入し、シールキャップ44により反応管42内を密閉する。次に、炉内温度を熱処理温度まで昇温させて、導入管52から処理ガスを導入する。処理ガスには、窒素、アルゴン、水素、酸素等が含まれる。基板を熱処理する際、基板は例えば1000°C以上、さらには1350°C以上の温度に加熱される。なお、この間、熱電対50により反応管42内の温度をモニタしながら、予め設定された昇温、熱処理プログラムに従って基板の熱処理を実施する。

【0032】基板の熱処理が終了すると、例えば炉内温度を600°C程度の温度に降温した後、基板支持体30を反応炉40からアンロードし、基板支持体30に支持された全ての基板が冷えるまで、基板支持体30を所定位置で待機させる。なお、炉内温度降温の際も、熱電対50により反応管42内の温度をモニタしながら、予め設定された降温プログラムに従って降温を実施する。次に、待機させた基板支持体30の基板が所定温度まで冷却されると、基板移載機26により、基板支持体30から基板を取り出し、ポッドオープナ22にセットされている空のポッド16に搬送して収容する。次に、ポッド搬送装置18により、基板が収容されたポッド16をポッド棚20に搬送し、さらにポッドステージ14に搬送して完了する。

【0033】次に上記基板支持体30について詳述する。

図3乃至図5において、基板支持体30は、本体部56と支持部58とから構成されている。本体部56は、例えば炭化珪素からなり、上部板60、下部板62、及び該上部板60と下部板62とを接続する支柱64を有する。また、この

本体部 56 には、この支柱 64 から前述した基板移載機 26 側に延びる載置部 66 が多数平行に形成されている。

【0034】支持部 58 はシリコン製の板状部材からなり、例えば基板 68 と同心円状の円柱状に形成され、この支持部 58 の下面が載置部 66 上面に接触して支持部 58 が載置部 66 上に載置され、支持部 58 の上面に基板 68 の下面が接触して基板 68 を載置支持する。

【0035】支持部 58 の直径は、基板 68 の直径より小さく、即ち、支持部 58 の上面は、基板 68 の下面である平坦面の面積より小さな面積を有し、基板 68 は、該基板 68 の周縁を残して支持部 58 に支持されている。基板 68 は例えば直径が 300 mm であり、したがって、支持部 58 の直径は 300 mm 未満であり、100 mm～250 mm 程度（基板外径の 1/3～5/6 程度）が好ましい。

なお、支持部 58 の直径（面積）は、基板 68 の直径（面積）より大きくすることもできる。この場合は、支持部 58 の厚さをさらに厚くすることが好ましい。

【0036】また、この支持部 58 の円柱軸方向の厚さは、基板 68 の厚さよりも厚く形成されている。基板 68 の厚さは、例えば 700 μ m であり、したがって、支持部 58 の厚さは、700 μ m を越えており、10 mm までは可能であり、少なくとも基板 68 の厚さの 2 倍以上、例えば 3 mm～10 mm が好ましく、更には 3 mm～6 mm が好ましく、更には 4 mm～5 mm が好ましい。また、この支持部 58 の厚さは、載置部 66 の厚さよりも厚くなっている。支持部 58 の厚さをこのような厚さとするのは、支持部 58 自体の剛性を増し、支持部 58 の熱処理時の変形を抑制するためである。

なお、熱処理時の変形を抑制することができるのであれば、必ずしもシリコン製の支持部 58 の厚さは、基板 68 の厚さよりも厚く形成する必要はない。

【0037】支持部 58 の基板 68 側の上面（基板載置面）には、コーティングされた膜 70 が形成されている。この膜 70 は、例えば炭化珪素（SiC）製であり、プラズマ CVD 又は熱 CVD により形成されている。この膜 70 の厚さは、0.1 μ m～50 μ m の範囲となるように形成することが好ましい。この

炭化珪素製の膜 70 を厚くすると、シリコンと炭化珪素との熱膨張率の差により、シリコン製の支持部 58 が炭化珪素製の膜 70 に引っ張られて支持部全体の変形量が大きくなり、この大きな変形によって基板 68 にスリップが発生するおそれがある。これに対して炭化珪素製の膜 70 を上記のような厚さとする、シリコン製の支持部 58 が炭化珪素製の膜 70 に引っ張られる量が少なくなり、支持部全体の変形量も少なくなる。即ち、炭化珪素製の膜 70 を薄くすると、支持部 58 と膜 70 との熱膨張率の差による応力が低減し、支持部全体の変形量が少なくなり、支持部全体の熱膨張率も本来のシリコンの熱膨張率（基板 68 がシリコンの場合は略同等の熱膨張率）に近づき、スリップの発生を防止できるものである。

【0038】炭化珪素製の膜 70 の厚さを $0.1\ \mu\text{m}$ 未満とすると、炭化珪素の膜 70 が薄過ぎて消耗し、シリコン製の支持部 58 に炭化珪素を再コーティングする必要が生じ、同一の支持部 58 を繰り返し使用することができなくなる。この膜 70 の厚さを $0.1\ \mu\text{m}$ 以上とすれば、炭化珪素の膜 70 をシリコン製の支持部 58 に頻繁に再コーティングする必要がなくなり、同一の支持部 58 を繰り返し使用することができる。尚、炭化珪素製の膜 70 の厚さを $1\ \mu\text{m}$ 以上とすれば、更に膜が消耗しなくなり、同一の支持部 58 を繰り返し使用できる回数が一層増えるので好ましい。

【0039】炭化珪素製の膜 70 の厚さを $50\ \mu\text{m}$ を超えるようにすると、炭化珪素製の膜 70 自体が割れやすくなり、この割れが原因で基板にスリップも発生しやすくなる。この膜 70 の厚さを $50\ \mu\text{m}$ 以下とすれば、膜 70 の割れが生じにくくなり、上述したようにシリコン製の支持部 58 と炭化珪素製の膜 70 との熱膨張率の差による応力も低減することから、支持部全体の変形が少なくなり、基板のスリップ発生を防止することができる。炭化珪素製の膜の厚さを $15\ \mu\text{m}$ 以下とすると基板のスリップが殆ど発生しなくなる。さらに炭化珪素製の膜 70 の厚さを $0.1\ \mu\text{m} \sim 3\ \mu\text{m}$ とすると基板 68 のスリップは発生しなくなる。よって、炭化珪素製の膜 70 の厚さは、 $0.1\ \mu\text{m} \sim 50\ \mu\text{m}$ とするのがよく、より好ましくは $0.1\ \mu\text{m} \sim 15\ \mu\text{m}$ がよく、さらに好ましくは $0.1\ \mu\text{m} \sim 3\ \mu\text{m}$ がよい。

シリコン製の支持部 58 と炭化珪素製の膜 70 との厚さを両者の割合で示すと、炭化珪素製の膜 70 の厚さがシリコン製の支持部 58 の厚さの 0.0025% ~ 1.25% とするのがよく、より好ましくは 0.0025% ~ 0.38% がよく、さらに好ましくは 0.0025% ~ 0.25% がよい。

【0040】膜 70 は、炭化珪素以外に窒化珪素 (SiN) を同様にプラズマ CVD 又は熱 CVD によりコーティングして形成することができる。窒化珪素製とした場合は、この膜 70 の厚さは $0.1\mu\text{m}$ ~ $30\mu\text{m}$ とすることがよく、より好ましくは $0.1\mu\text{m}$ ~ $5\mu\text{m}$ とするのがよい。この膜 70 は、支持部 58 と基板 68 との接着を防止するための接着防止層として設けられる。

【0041】また、支持部 58 の上面周縁には、滑らかな面取りを施して凹部 72 が形成されている。この凹部 72 は、支持部 58 の周縁に基板 68 が接触して基板 68 に傷等が発生するのを防止する。

【0042】なお、支持部 58 の形状は、この実施形態のように円柱状である必要はなく、楕円柱や多角柱として構成することもできる。また、支持部 58 は、載置部 66 に固定することもできる。

【0043】上記実施形態においては、支持部 58 の厚さを前述のような基板 68 の厚さよりも厚い所定の厚さとしたので、支持部 58 の剛性を大きくすることができ、基板搬入時、昇温、降温時、熱処理時、基板搬出時等における温度変化に対する支持部 58 の変形を抑制することができる。これにより支持部 58 の変形に起因する基板 68 へのスリップ発生を防止することができる。また、支持部 58 の材質を基板 68 と同じ材質であるシリコン製、即ち、シリコン製の基板 68 と同じ熱膨張率や硬度を持つ材質としたので、温度変化に対する基板 68 と支持部 58 との熱膨張、熱収縮の差をなくすことができ、また、基板 68 と支持部 58 との接触点で応力が発生してもその応力を開放し易くなるので、基板 68 に傷が発生しにくくなる。これにより基板 68 と支持部 58 との熱膨張率の差や硬度の差に起因する基板 68 へのスリップ発生を防止することができる。また、シリコン製の支持部 58 には、炭化珪素製の膜 70 がコーティングされているので、支持部 58 と基板 68 との熱による接着を防止することができる。膜 70 は、上述したように薄く形成されているので、支持部 58 と膜 70 との熱膨張率

の差による応力を小さくすることができ、シリコン製の支持部 58 の熱膨張に支障を与えることがなく、膜 70 を含めた支持部全体を本来のシリコンが持つ熱膨張率と略同等に維持することができるものである。尚、膜 70 は支持部 58 の裏面や側面にもコーティングしてもよい。

【0044】次に本発明に関する種々の変形例について説明する。

図 6 に示すように、支持部 58 に対応して載置部 66 に円形の嵌合溝 74 を形成し、この嵌合溝 74 に支持部 58 を嵌合させるようにしてもよい。支持部 58 の厚さを薄くすることなく維持したまま、支持部 58 と載置部 66 との合計の厚さを薄くすることができ、一度に処理する基板 68 の処理枚数を増やすことができる。また、嵌合溝 74 に支持部 58 を嵌合させることにより支持部 58 の位置を安定させることができる。この場合、支持部 58 と嵌合溝 74 との間には、熱膨張を考慮して若干の隙間を形成してもよい。

【0045】また、図 7 に示すように、載置部 66 に開口 66a を設け、支持部 58 の下面に、開口 66a に嵌る凸部 58a を設け、この支持部 58 の凸部 58a を載置部 66 の開口 66a に嵌め込むようにしてもよい。本発明では、このような形状のものも、板状部材に含めるものとする。なお、この場合も、支持部 58 の凸部 58a と載置部 66 の開口 66a との間には、熱膨張を考慮して若干の隙間を形成するとよい。

【0046】なお、膜 70 は支持部 58 の基板載置面の全面に形成する必要はなく、図 8 に示すように、支持部 58 の基板載置面の一部に設けた複数のチップ 76 の表面に形成するようにしてもよく、このチップ 76 により基板 68 を支持するようにしてもよい。この場合、チップ 76 は 3 個以上設けることが好ましい。

【0047】また、図 9 に示すように、支持部 58 の周縁近傍に同心円状の溝 78 を形成し、基板 68 との接触面積を減らし、基板 68 が支持部 58 との接触により傷が発生する確率を減らすことができると共に、基板 68 がずれるのを防止することができる。

【0048】図 10 において、支持部 58 に関する種々の変形例が示されている。

前述した実施形態においては、支持部 58 の基板載置面にのみ膜 70 を形成したが、図 10 (a) に示すように、支持部 58 の全体、即ち、支持部 58 の表面（基板載置面）、側面及び裏面に膜 70 を形成してもよい。

【0049】また、図 10 (b) に示すように、支持部 58 の裏面を除いて、支持部 58 の表面（基板載置面）及び側面に膜 70 を形成することもできる。

【0050】また、膜 70 は一層に限られるものではなく、複数の層として形成してもよく、例えば図 10 (c) に示すように、第 1 の膜 80 の上に第 2 の膜 82 を形成することができる。第 1 の膜 80 は、例えば炭化珪素 (SiC) 窒化珪素 (SiN)、多結晶シリコン (Poly-Si)、酸化珪素 (SiO₂)、ガラス状炭素又は微結晶ダイヤモンドからなる。炭化珪素又は窒化珪素から構成する場合は、前述したように、プラズマ CVD 又は熱 CVD にて形成することができる。また、第 2 の膜 82 は、熱処理時において第 1 の膜 70 よりも硬度が小さい材料、例えば酸化珪素 (SiO₂) から構成することができる。このように、最表面となる第 2 の膜 82 を熱処理時において第 1 の膜 80 よりも硬度が小さい材料とすることにより、高温熱処理時に基板 68 と支持部 58 との接触点で応力が発生した場合に応力を開放し易くなるので、基板 68 に傷を与えにくくなり、スリップが発生しにくくなる。特に最表面の膜 70 を、熱処理時において基板 (Si) 68 より硬度が小さい SiO₂ とした場合、熱処理時においては、高度の小さい方の SiO₂ が壊れて応力を開放するので、硬度の大きい方の基板 68 に傷を発生させず、スリップを発生することがない。即ち、最表面を、熱処理時において他の膜より硬度が小さく、且つ基板よりも硬度が小さい材料とすることが更に好ましい。

【0051】また、最表面の SiO₂ は非晶質（アモルファス）であることが好ましい。基板 68 と支持部 58 とは高温になれば、それらの接触点で融着するが、そのとき支持部 58 の基板 68 との接触点が生結晶である場合、結晶部分は粘性流動しないので、熱膨張の差による応力を開放できず、最終的には基板 68 と支持部 58 とのどちらかにスリップが発生する。これに対して支持部 58 の基板 68 との接触点が生結晶である場合、その非晶質部分は粘性流動（粘性変形）するので、基板 68 と支持部 58 とが融着しても、接触点で発生した応力を開放

することが可能となり、基板 68 に傷を発生させず、スリップ発生を防止することができる。

【0052】また、図 10 (d) に示すように、支持部 58 は、支持部 58 の基板載置面の周縁部分を残して切欠かれ、中心側で円形に形成された切欠部 84 と、周縁でリング状に形成された突部 86 とから構成され、この突部 86 の基板載置面及び側面に第 1 の膜 80 と第 2 の膜 82 を形成してもよい。これにより、基板 68 が接触する面積を少なくすることができる。

なお、第 2 の膜 82 は、第 1 の膜 80 と同様に CVD 等により形成することもできるが、後述するように、基板 68 を処理するときに自然に形成されるものであってもよい。

【0053】図 11 において、本発明に係る他の実施形態が示されている。前述した実施形態と同様に例えば本体部が炭化珪素から構成された基板支持体 30 には、載置部 66 が支柱 64 から平行に突出形成されている。尚、支柱 64 は複数本、例えば 3 本又は 4 本設けられる。プレート (土台) 88 は、例えば炭化珪素 (SiC) 製の円柱状の板状部材からなり、該プレート 88 の下面周縁が載置部 66 に支持されている。そして、このプレート 88 には、前述した円柱状の板状部材からなるシリコン (Si) 製の支持部 58 が載置されている。さらに、支持部 58 の上面には、例えば炭化珪素からなる接着防止層 70 が形成されている。

【0054】次に上記構成の基板支持体 30 を用いて実施した実施例について説明する。

本体部が炭化珪素製の基板支持体 30 に厚さ 2.5 mm ~ 3 mm、直径 Φ 308 mm の炭化珪素製プレート 88 を支持し、その上に、厚さ 4 mm、直径 Φ 200 mm、基板載置面に接着防止層としての炭化珪素膜 70 をコーティングしたシリコン製の支持部 58 を載せ、その上に厚さ 700 μ m、直径 Φ 300 mm のシリコンウェハである基板 58 を載置した。熱処理は、図 12 に示すように、600 °C の温度に保持した反応炉内に基板支持体 30 に支持した基板 68 をロードし、基板ロード後、反応炉内を処理温度である 1350 °C まで昇温度速度を段階的に変えて昇温し、窒素 (N₂) ガスと酸素 (O₂) ガスを導入して反応炉内

を処理温度に所定時間保持し、その後反応炉内温度を 600°C まで降温速度を段階的に変えて降温して基板支持体 30 に支持された基板 68 をアンロードした。基板 68 の昇温、降温速度は高温になる程、遅くなるようにした。即ち、室温から 600°C までの昇温速度よりも、 600°C から 1000°C までの昇温速度の方が遅く、 600°C から 1000°C までの昇温速度よりも 1000°C から 1200°C までの昇温速度の方が遅く、 1000°C から 1200°C までの昇温速度よりも 1200°C から 1350°C までの昇温速度の方が遅くなるようにした。また、逆に 1350°C から 1200°C までの降温速度の方が、 1200°C から 1000°C までの降温速度よりも遅く、 1200°C から 1000°C までの降温速度の方が、 1000°C から 600°C までの降温速度よりも遅く、 1000°C から 600°C までの降温速度の方が、 600°C から室温までの降温速度よりも遅くなるようにした。このように多段階で昇温、降温するのは（高温である程、昇温速度、降温速度を小さくするのは）高温で急激に温度を変化させると、基板面内で均一に温度が変化せず、スリップ発生の原因となるからである。熱処理時間は合計で 13～14 時間程度とした。その結果、炭化珪素製の膜 70 を $0.1\mu\text{m}\sim 3\mu\text{m}$ としたときは、基板 68 にはスリップは発生しなかった。膜 70 を $15\mu\text{m}$ 、 $50\mu\text{m}$ としたときは、基板 68 にはスリップは殆ど発生しなかった。

【0055】上記実施例を繰り返し行った結果、1 回目の評価よりも、2 回目以降の評価の方が、スリップは発生しにくくなることが分った。これは、1 回目の評価における N_2 、 O_2 雰囲気下での熱処理で支持部 58 上の膜 70 の表面に非晶質（アモルファス）状の SiO_2 膜が形成されることが原因と考えられる。この非晶質状の SiO_2 膜が支持部 58 の最表面に形成されることにより、支持部 58 の基板 68 と接触する部分の硬度が熱処理時において SiC 製の膜 70 や Si 製の基板 68 より小さくなり、高温熱処理時において基板 68 と支持部 58 との接触点で応力が発生してもその応力を開放することができる。しかも SiO_2 が非晶質であることから、高温熱処理時において基板 68 と支持部 58 とがそれらの接触点で融着しても、非晶質部分の粘性流動により融着した接触点で発生した応力を、非晶質 SiO_2 が粘性流動（粘性変形）することにより開放する

ことができる。その結果、2回目以降の評価における高温熱処理時の基板68の傷発生を抑制することができるようになり、基板68へのスリップ発生を抑制できるようになったものと考えられる。

【0056】なお、上記実施形態及び実施例の説明にあっては、熱処理装置として、複数の基板を熱処理するバッチ式のものを用いたが、これに限定するものではなく、枚葉式のものであってもよい。

【0057】本発明の熱処理装置は、基板の製造工程にも適用することができる。

【0058】SOI (Silicon On Insulator) ウエハの一種であるSIMOX (Separation by Implanted Oxygen) ウエハの製造工程の一工程に本発明の熱処理装置を適用する例について説明する。

【0059】まずイオン注入装置等により単結晶シリコンウエハ内へ酸素イオンをイオン注入する。その後、酸素イオンが注入されたウエハを上記実施形態の熱処理装置を用いて、例えばAr、O₂雰囲気のもと、1300°C~1400°C、例えば1350°C以上の高温でアニールする。これらの処理により、ウエハ内部にSiO₂層が形成された(SiO₂層が埋め込まれた)SIMOXウエハが作製される。

また、SIMOXの他、水素アニールウエハの製造工程の一工程に本発明の熱処理装置を適用することも可能である。この場合、ウエハを本発明の熱処理装置を用いて、水素雰囲気中で1200°C以上の高温でアニールすることとなる。これによりICが作られるウエハ表面層の結晶欠陥を低減することができ、結晶の完全性を高めることができる。また、この他、エピタキシャルウエハの製造工程の一工程に本発明の熱処理装置を適用することも可能である。

以上のような基板の製造工程の一工程として行う高温アニール処理を行う場合であっても、本発明の熱処理装置を用いることにより、基板のスリップの発生を防止することができる。

【0060】本発明の熱処理装置は、半導体装置の製造工程にも適用することも可能である。

特に、比較的高い温度で行う熱処理工程、例えば、ウェット酸化、ドライ酸化

、水素燃焼酸化（パイロジェニック酸化）、HCl酸化等の熱酸化工程や、硼素（B）、リン（P）、砒素（As）、アンチモン（Sb）等の不純物（ドーパント）を半導体薄膜に拡散する熱拡散工程等に適用するのが好ましい。

このような半導体デバイスの製造工程の一工程としての熱処理工程を行う場合においても、本発明の熱処理装置を用いることにより、スリップの発生を防止することができる。

【0061】

【発明の効果】

以上述べたように、本発明によれば、シリコン製の支持部に炭化珪素又は窒化珪素膜をコーティングしたので、基板にスリップが生じるのを防止することができる。また、支持部の基板載置面にコーティングした複数の膜のうち最表面の膜の硬度が熱処理時において最も小さくいか、又は最表面の膜が非晶質となるようにしたので、基板にスリップが生じるのをさらに防止することができるものである。

【図面の簡単な説明】

【図1】本発明の実施形態に係る熱処理装置を示す斜視図である。

【図2】本発明の実施形態に係る熱処理装置に用いた反応炉を示す断面図である。

【図3】本発明の実施形態に係る熱処理装置に用いた基板支持体を示す断面図である。

【図4】本発明の実施形態に係る熱処理装置に用いた基板支持体の拡大断面図である。

【図5】本発明の実施形態に係る熱処理装置に用いた基板支持体の拡大平面図である。

【図6】本発明の実施形態に係る熱処理装置に用いた基板支持体の第1の変形例を示す断面図である。

【図7】本発明の実施形態に係る熱処理装置に用いた基板支持体の第2の変形例を示し、（a）は平面図、（b）は（a）のA-A線断面図である。

【図8】本発明の実施形態に係る熱処理装置に用いた基板支持体の第3の変形

例を示し、(a)は平面図、(b)は(a)のB-B線断面図である。

【図9】本発明の実施形態に係る熱処理装置に用いた基板支持体の第4の変形例を示す断面図である。

【図10】支持部の種々の変形例を示す断面図である。

【図11】本発明の他の実施形態に係る熱処理装置に用いた基板支持体を示す断面図である。

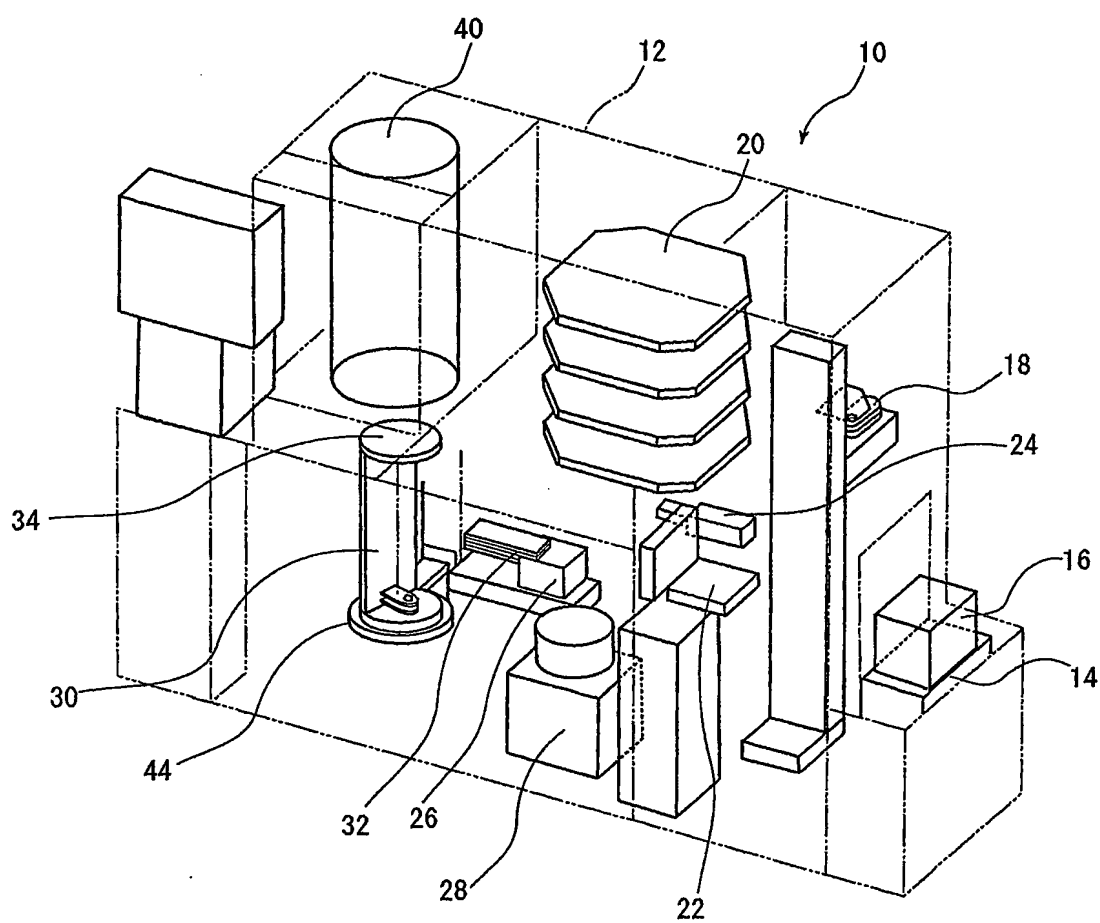
【図12】本発明の実施例における基板処理時の温度変化を示す線図である。

- 10 熱処理装置
- 30 基板支持体
- 56 本体部
- 58 支持部
- 66 載置部
- 68 基板
- 70 膜
- 80 第1の膜
- 82 第2の膜

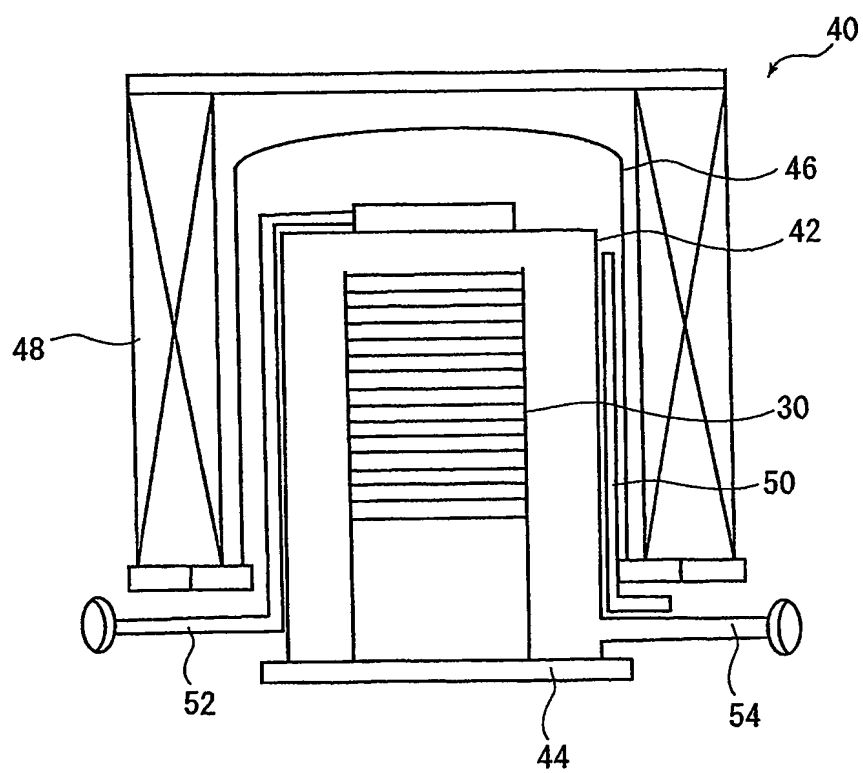
【書類名】

図面

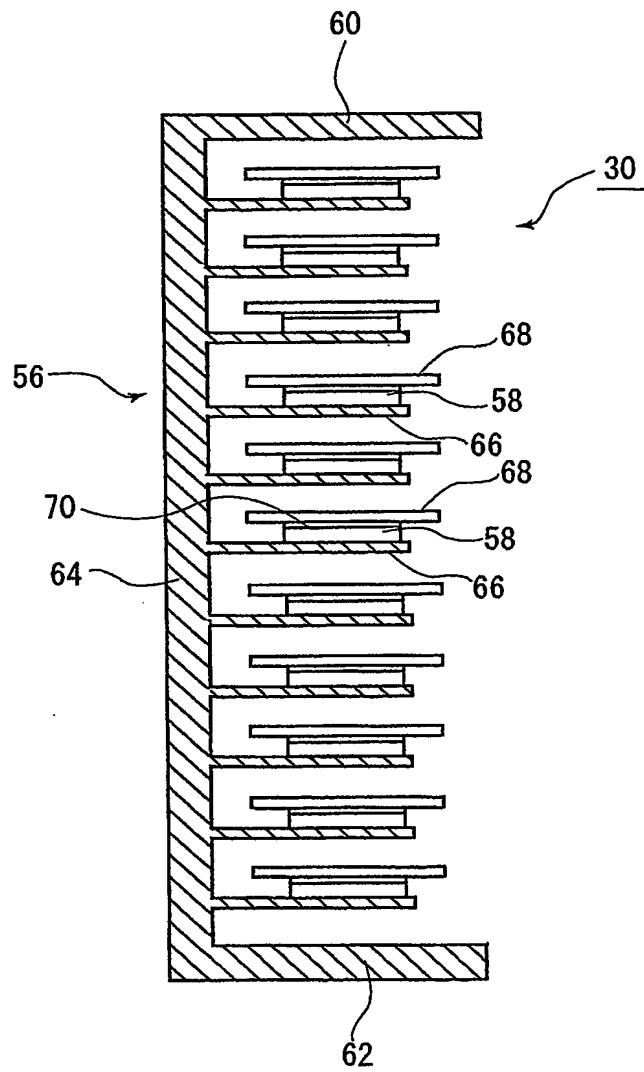
【図1】



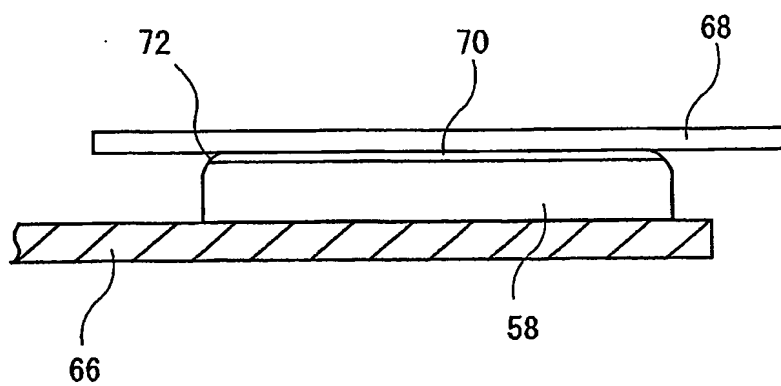
【図2】



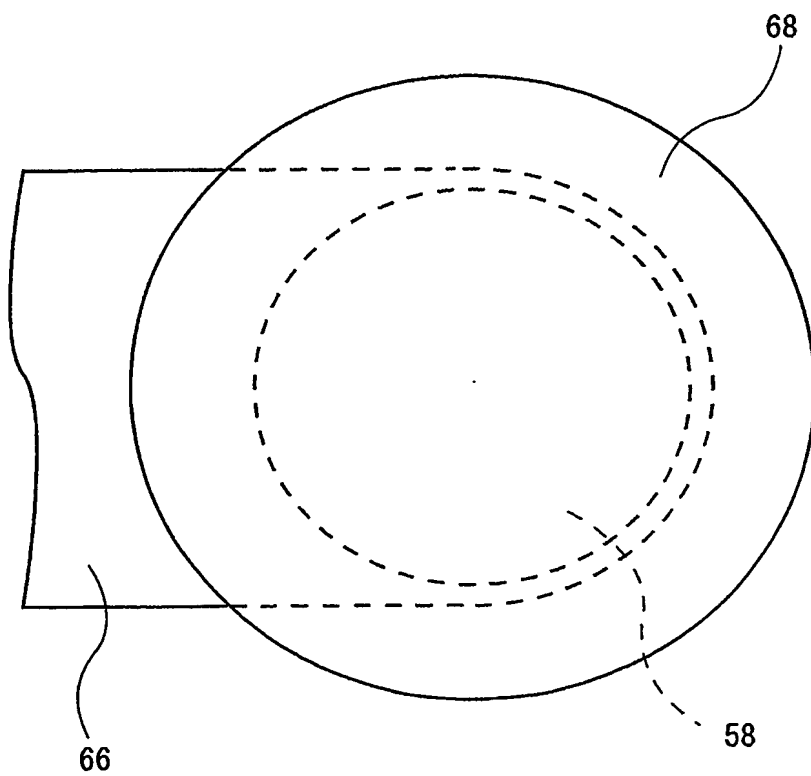
【図 3】



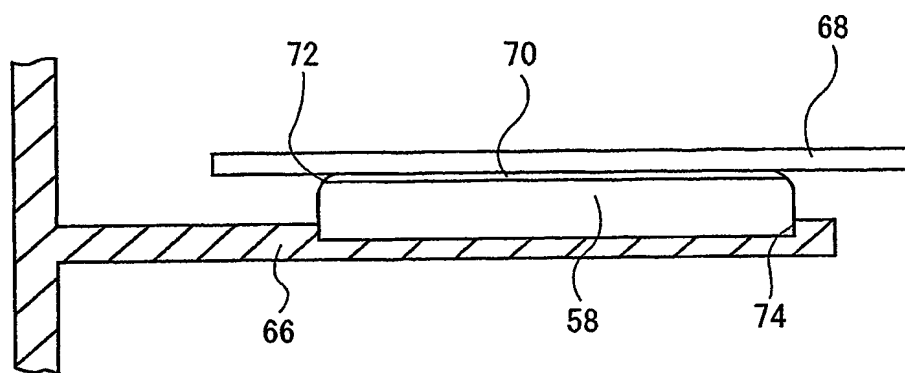
【図 4】



【図 5】

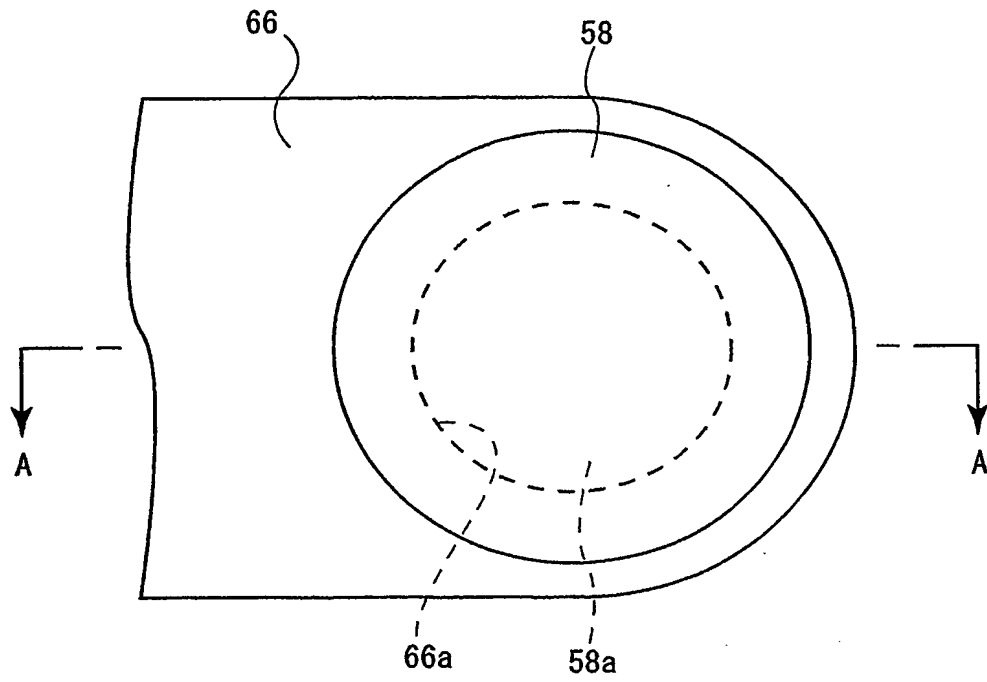


【図 6】

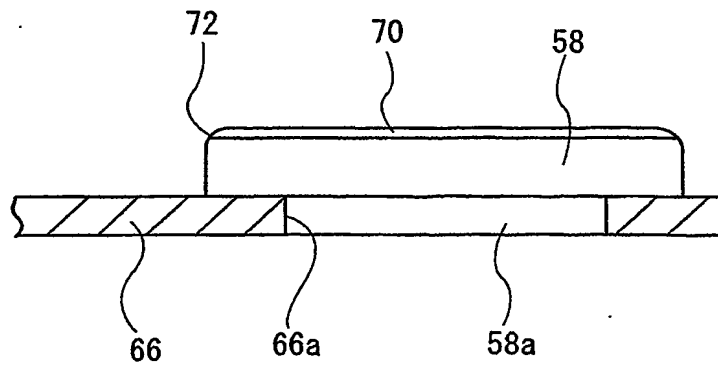


【図 7】

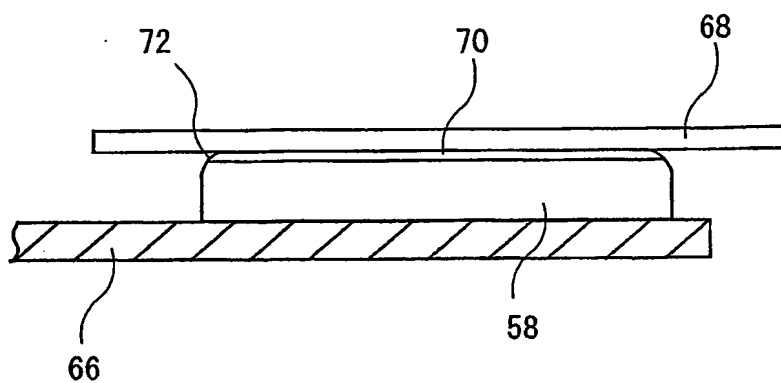
(a)



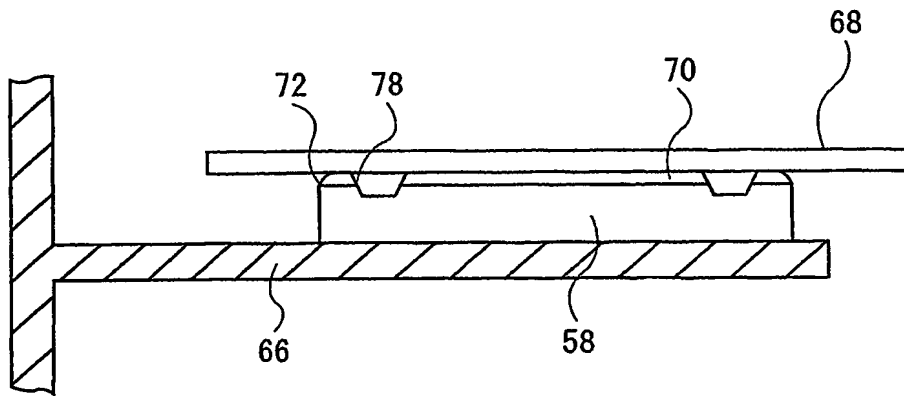
(b)



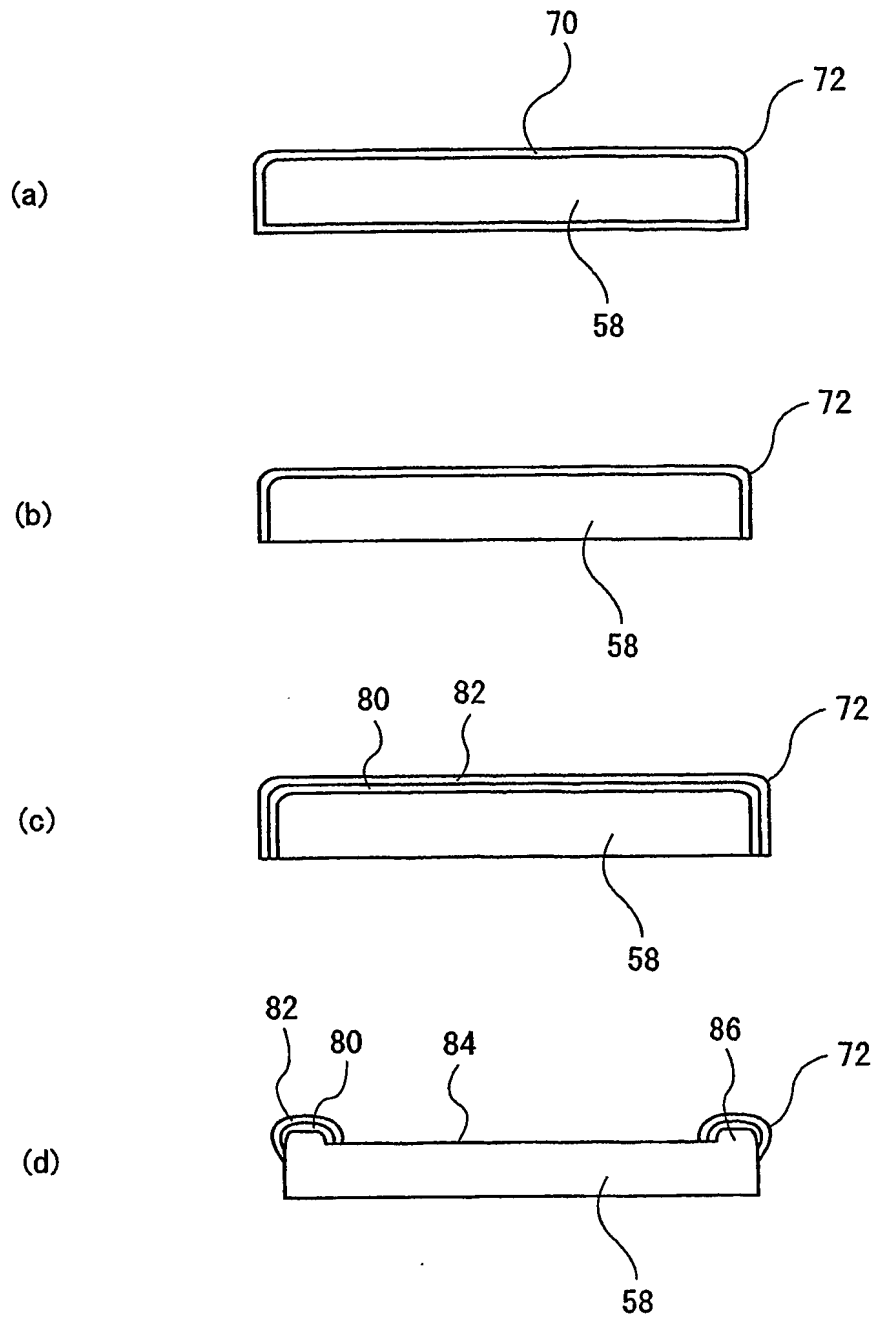
【図 8】



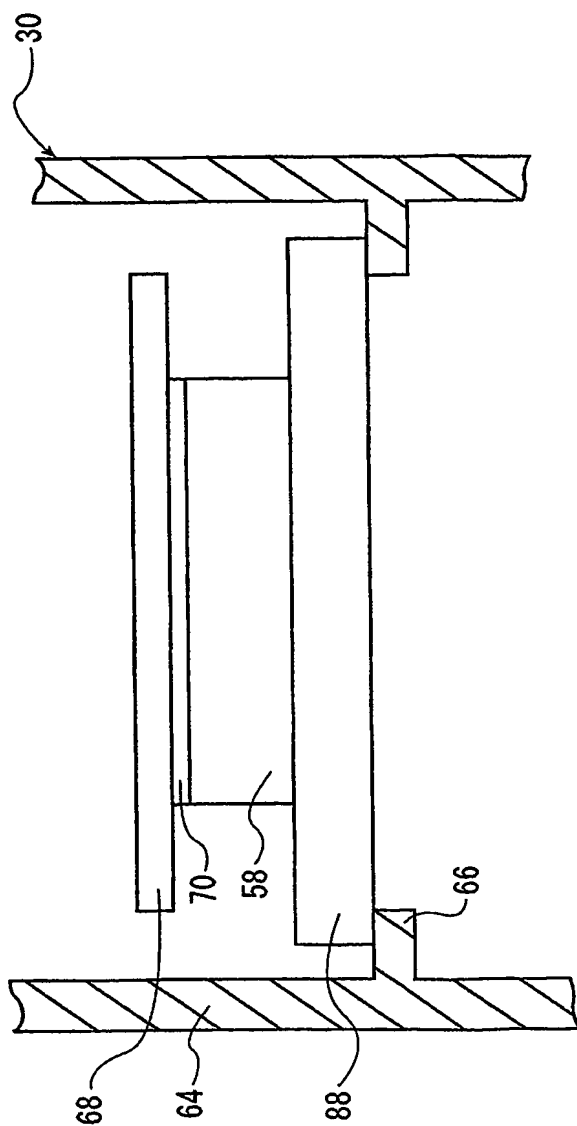
【図 9】



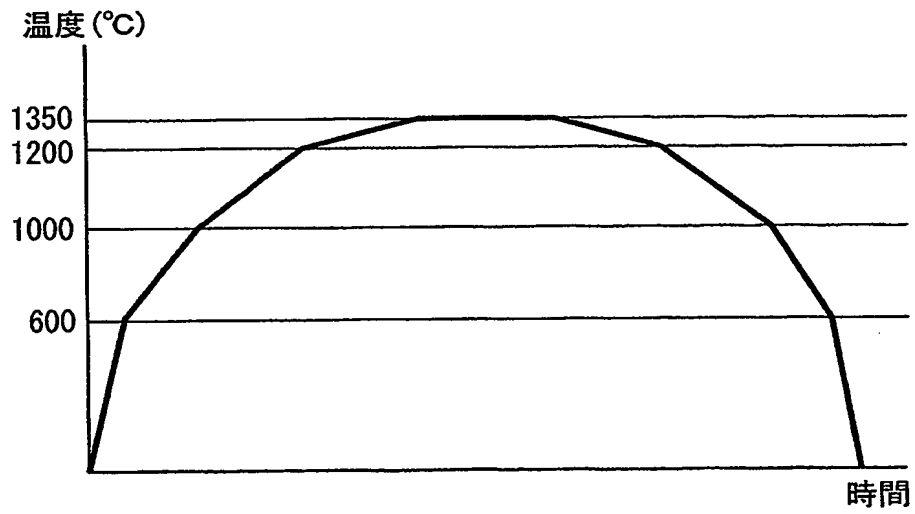
【図 10】



【図 11】



【図 12】



【書類名】

要約書

【要約】

【課題】 熱処理中に発生する基板のスリップ発生を少なくし、高品質な半導体装置を製造することができる熱処理装置及び基板の製造方法を提供することを目的としている。

【解決手段】 基板支持体 30 は、本体部 56 と支持部 58 とから構成されている。本体部 56 は、多数の載置部 66 が平行に延び、この載置部 66 に支持部 58 が設けられている。この支持部 58 に基板 68 が載置される。支持部 58 は、シリコン製であり、支持部 58 の基板載置面には炭化珪素 (SiC) がコーティングされた層が形成されている。

【選択図】

図 3

特願 2003-051243

出願人履歴情報

識別番号

[000001122]

1. 変更年月日

2001年 1月11日

[変更理由]

名称変更

住 所

東京都中野区東中野三丁目14番20号

氏 名

株式会社日立国際電気